

# RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI DIAGNOSTICHE<sup>1</sup>

## OBIETTIVI DELLA DIAGNOSI

Lo scopo della diagnosi è quello di orientare le decisioni del progetto, deve pertanto essere volta a fornire quegli elementi informativi necessari a motivare le scelte relative alla conservazione o alla trasformazione degli elementi del sistema considerato. L'indagine diagnostica deve pertanto consentire al progettista di rispondere alle domande che cosa conservare e perchè. Occorre pertanto individuare, descrivere e spiegare gli eventuali fenomeni relativi a possibilità di rischio, patologie, degrado, disagio, obsolescenza in atto, e corrispondentemente rilevare e segnalare le prestazioni di sicurezza, durata, efficienza funzionale ed i livelli di comfort esistenti e da conseguire.

E' necessario schematizzare le diagnosi da eseguire secondo uno schema legato ai quesiti cui si deve rispondere, qui di seguito si propone uno schema che ha valenza generale e che può essere adattato a vari casi particolari:

diagnosi generale: si propone di valutare la generalità dei problemi relativamente a tutte le parti dell'organismo considerato;

diagnosi settoriale: si rivolge allo studio di un solo settore (ad esempio la prestazione strutturale) relativamente a tutte le parti dell'organismo considerato;

diagnosi locale: si effettua per considerare tutti i problemi che possono interessare una sola parte dell'organismo da studiare (ad esempio diagnosi dello stato e delle prestazioni dei serramenti, delle coperture etc.);

---

<sup>1</sup> Incarico di progettazione e direzione lavori svolto dal gruppo di progettazione composto da: Arch. Enrico Reale, Ing. Francesco Lutri, Ing. Claudio Ledda.

diagnosi specifica: si propone di considerare un solo ordine di problemi relativamente ad una sola parte dell'organismo da studiare.

## PROGETTARE LA DIAGNOSI

E' chiaro a questo punto che ogni forma di diagnosi offre possibilità e livelli di approfondimento differenti che implicano la necessità di decidere di volta in volta come impostare la diagnosi stessa: occorre cioè progettare la diagnosi tenendo conto dei problemi da risolvere e delle condizioni in cui ci si trova ad agire, e poiché uno degli aspetti più condizionanti è spesso quello economico bisogna sempre tener presente il livello minimo delle conoscenze indispensabili ad una corretta progettazione del recupero.

Tenuto conto della eterogeneità della casistica che può costituire il campo d'indagine, risulta evidente come sia necessario rivolgersi a tecnici specialisti per eseguire le indagini più complesse e/o settorialmente specifiche; altrettanto evidente risulta però che il coordinamento delle indagini non può essere affidato ad uno specialista di settore; richiedendosi infatti una visione globale dei problemi, il coordinamento deve essere affidato al progettista stesso, che è poi quello cui è affidato il compito di utilizzare le informazioni ricavate.

## LE FASI DELLA DIAGNOSI

Possiamo distinguere due fasi della diagnosi:

la pre-diagnosi: si tratta della raccolta, interpretazione e verifica dei dati, osservazioni e documentazione (d'insieme e di settore) disponibile, essa è finalizzata a fornire gli orientamenti, le prime decisioni per la fase progettuale di massima e per la definizione dello studio diagnostico successivo ;

la diagnosi particolareggiata: consiste nella raccolta e nell'interpretazione di informazioni e documentazioni approfondite (generali, di settore o locali), da eseguirsi secondo le specifiche tecniche e gli approcci adeguati alla natura delle problematiche da indagare.

Nel caso specifico si è provveduto ad eseguire una pre-diagnosi generale, cioè una ricognizione, un rilevamento generale, seguito dalla collazione del materiale (anche storico) disponibile. Successivamente il rilievo geometrico e quello delle patologie in atto o latenti, dell'organismo edilizio in esame, hanno consentito di predisporre un progetto d'indagine vero e proprio, che qui, attraverso l'elencazione ragionata degli aspetti che nel Complesso dell'ex Monastero del Ritiro è necessario indagare, si vuole illustrare; nel contempo si indicano i mezzi con cui ciò può essere fatto ed i relativi costi d'esecuzione.

## IL PROGETTO DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE NELL'EX CONVENTO E CHIESA DEL RITIRO

Dallo studio di pre-diagnosi eseguito è emersa la necessità di effettuare indagini locali sulle murature ed indagini specifiche sulle fondazioni, sul degrado degli elementi decorativi in materiale lapideo, sul degrado degli elementi decorativi in stucco e sugli intonaci in cocciopesto.

### INDAGINI LOCALI SULLE MURATURE

Come precedentemente detto le indagini locali si effettuano per considerare tutti i problemi che possono interessare una sola parte dell'organismo da studiare. Nella fattispecie esse sono rivolte alla conoscenza di tutte le caratteristiche delle murature, per poter desumere i problemi che hanno, hanno avuto o che potranno avere nel prosieguo della loro vita, e

conoscere le prestazioni che sono in grado di offrire relativamente ai carichi d'esercizio relativi alla destinazione futura.

Lo schema d'indagine da eseguire pertanto prevede l'esecuzione di:

- ✓ saggi esplorativi nelle murature;
- ✓ carotaggi delle murature;
- ✓ prove di schiacciamento e strappo con martinetti piatti;
- ✓ prove igrometriche;
- ✓ analisi chimico-fisica delle malte.

allo scopo di acquisire le conoscenze necessarie ad una corretta progettazione esecutiva degli interventi.

#### SAGGI ESPLORATIVI:

Consistono nell'asportazione dell'intonaco nelle due facce della stessa porzione di muratura. L'esecuzione dei saggi esplorativi consente l'esame de visu della struttura muraria, pertanto di controllare la forma e la dimensione degli elementi costituenti la muratura (che negli edifici delle nostre zone è nella stragrande maggioranza dei casi una muratura in pietrame), la percentuale di malta, la natura degli elementi lapidei usati, il loro eventuale degrado, il loro ingranamento, la presenza e la frequenza dei diatoni, dei "*balatoni*" e dei "*cannarozzoni*", che nella prassi costruttiva locale sono consueti e costituivano il sistema utilizzato per evitare la divisione verticale della sezione in due paramenti esterni, dal comportamento autonomo, separati da un nucleo di scarsa consistenza.

CAROTAGGI NELLE MURATURE: consentono di verificare la stratigrafia interna in senso orizzontale delle murature e la composizione delle malte. Quando sono eseguite

insieme ai saggi esplorativi di cui al punto precedente consentono la verifica della struttura del maschio murario ed il controllo dimensionale dei diatoni; eseguiti insieme alle analisi chimiche sulle malte (di cui parleremo in appresso) consentono di determinare il legante più idoneo per la bonifica delle murature.

**PROVE DI SCHIACCIAMENTO E STRAPPO CON MARTINETTI PIATTI:** quando, come nel caso delle murature dell'ex Monastero del Ritiro, non sono visibili particolari anomalie geometriche, da cui si possa risalire agli spostamenti rispetto alle situazioni iniziali, l'unico metodo che consente di valutare lo stato di deformazione attualmente presente nelle murature, è quello che consiste nel riportare la struttura nella situazione originaria, cioè scarica. Misurando gli spostamenti che così si ottengono si risale ad una indicazione dello stato di deformazione in situ; la determinazione del suddetto stato di deformazione si basa su una procedura di "liberazione degli sforzi" che si esegue, nelle murature, con una metodologia di prova nata nello studio della meccanica delle rocce e diffusasi rapidamente nel campo del restauro: la prova con martinetti piatti.

La prova si articola in due fasi distinte:

- a) misura dello stato di sollecitazione;
  - b) determinazione delle caratteristiche di deformabilità.
- a) Nella prima fase la misura dello sforzo in situ è basata sulla variazione dello stato tensionale in un punto della struttura per effetto di un taglio piano eseguito in corrispondenza di uno strato di malta, in direzione perpendicolare alla superficie.

La liberazione delle tensioni provoca una chiusura del taglio che viene rilevata misurando la convergenza tra due punti in posizione simmetrica rispetto al taglio. Un martinetto piatto, delle stesse dimensioni del taglio praticato, viene inserito all'interno della muratura e la

pressione viene aumentata in modo graduale fino ad annullare la convergenza misurata in precedenza. In queste condizioni la pressione all'interno del martinetto piatto è pari alla sollecitazione preesistente nella muratura, a meno di fattori correttivi di forma.

b) Nella seconda fase viene inserito un secondo martinetto, analogo al primo, ad una distanza di 40-50 cm. I due martinetti in pressione delimitano una zona di muratura sottoposta sostanzialmente a compressione monoassiale in direzione normale ai letti di posa. Numerose basi di misura per estensimetro rimovibile, installate sulla faccia libera del campione, forniscono un quadro completo del comportamento deformativo delle murature in direzione assiale e trasversale.

**PROVE IGROMETRICHE:** Il degrado di tutti i materiali impiegati nella costruzione modifica il valore estetico, la resistenza meccanico-strutturale e la forma stessa dell'edificio. In un progetto di recupero lo studio del degrado igrotermico assume importanza fondamentale per il raggiungimento del benessere ambientale all'interno dell'edificio, senza con questo trascurare aspetti importanti come quelli sopra indicati. Nella letteratura specifica è considerato insalubre un ambiente racchiuso da un muro che contenga un tenore d'acqua del 2,5% o 3% d'acqua. Le misurazioni ed i metodi d'indagine per il degrado igrotermico di un edificio sono finalizzati ad una concreta applicazione delle tecniche d'intervento per il recupero. Tali operazioni vengono dunque effettuate per mezzo di appositi strumenti in grado di quantificare la presenza di umidità nei muri e nei pavimenti, il successivo confronto con le temperature rilevate, negli spazi interni e nei muri, fornisce il quadro della misura e della qualità del degrado igrotermico. Fra gli innumerevoli sistemi di rilievo igrometrico si è scelto il sistema con rilevatore e misuratore dell'umidità capillare di risalita, mediante

rilevatore di sali dotato di sonde per il rilievo in profondità, perchè appare, a parità di affidabilità dei risultati ottenuti, il più economico.

**ANALISI CHIMICO-FISICA SULLE MALTE:** Questa analisi, da eseguirsi secondo le norme C.N.R. Normal, è composta da:

- 1) prelievo in cantiere con fotodocumentazione e catalogazione;
- 2) trasporto in laboratorio;
- 3) analisi compositiva con valutazione dei dosaggi;
- 4) determinazione della granulometria;
- 5) determinazione della natura petrografica degli inerti;
- 6) esecuzione dell'esame porosimetrico, esecuzione di sezione sottile con documentazione fotografica;
- 7) analisi EDS;
- 8) analisi chimiche qualitative e semiquantitative dei sali solubili.

L'analisi, completata, a cura del tecnico specializzato, da una dettagliata relazione sulle risultanze, consente di acquisire una completa conoscenza delle malte utilizzate per l'esecuzione delle murature e pertanto è determinante per la scelta del legante da utilizzare per l'esecuzione del consolidamento e della bonifica della muratura con colature di boiaccia.

#### INDAGINI SULLE FONDAZIONI

L'accurata caratterizzazione del terreno su cui poggia la struttura è una fase molto importante per la definizione complessiva del modello strutturale; tuttavia spesso si evita di mettere a nudo questa zona per timore di provocare danni più gravi di quelli esistenti, ci si rivolge allora a prove indirette o a prove non distruttive.

Nel caso in esame, l'osservazione accurata della struttura, l'assenza del quadro fessurativo specifico di ogni cedimento della fondazione, l'omogenea distribuzione dei carichi applicati non fanno ragionevolmente temere l'esistenza di problemi in fondazione, tuttavia dalle ricerche storiche condotte risulta con certezza l'esistenza di una o più cisterne, pertanto si ritiene necessario eseguire delle indagini non distruttive per la ricerca delle stesse, e per la ricerca di eventuali cripte o vani sotterranei che frequentemente si rinvencono negli edifici di questo tipo. Si eseguiranno pertanto:

**PROSPEZIONI ELETTROMAGNETICHE** col sistema G.P.R. (Georadar) di tipo indiretto, per la ricerca e la caratterizzazione di giunti, vacuoli, cavità etc., eseguita con apparecchiatura ad alta precisione, la relativa mappatura, eseguita a colori, consentirà l'interpretazione dei risultati che verranno riportati su grafico per la ricostruzione delle sezioni del sottosuolo esplorato.

**POZZETTI D'ISPEZIONE:** saranno predisposti alcuni pozzetti, da eseguire nelle vicinanze della fondazione, per consentire l'ispezione diretta della struttura fondale, l'eventuale prelievo di campione di materiale e per una eventuale immediata valutazione di patologie in atto o latenti.

#### **INDAGINI SUL DEGRADO DEL MATERIALE LAPIDEO**

Gli edifici con prospetti in pietra da taglio sono sicuramente la classe più diffusa nel mondo occidentale in genere e mediterraneo in particolare, anche per i significativi sviluppi raggiunti dalle singole forme architettoniche in cui essi sono stati realizzati. Su questi edifici è fondato, per la maggior parte, il prestigio di intere civiltà architettoniche, spesso pertanto,



dalla buona o cattiva riuscita del restauro della pietra da taglio del prospetto viene giudicato tutto l'intervento di restauro di un monumento. Scaturisce da queste brevi considerazioni che l'attenzione da porre nell'esecuzione del restauro del materiale lapideo del prospetto deve essere almeno pari al prestigio ad esso affidato dalla nostra civiltà. E' noto come le pietre calcaree possano degradarsi per ricristallizzazione e/o per gelività, per consunzione eolica, per solfatazione, per polverizzazione ad alte temperature climatiche, per calcinazione da incendi, per corrosione da sostanze gassose o da escrementi ed unghie di uccelli. A queste degradazioni della superficie possono aggiungersi degradazioni della struttura: colonne e fregi che si fessurano, pareti che si lesionano per cause diverse, etc. Nei casi di disfacimento l'intervento del restauratore può anche valersi del metodo della sostituzione delle bozze disfatte; tuttavia si consideri che a lungo andare per effetto di ripetuti interventi del genere si perde per intero il materiale originario dell'edificio e con esso quelle caratteristiche di colore, di lavorazione, di patina e di forma che sono propri di ogni originale. Per tutto quanto sopra detto è indispensabile uno studio accurato del materiale lapideo e del suo degrado per definire il tipo d'intervento da eseguire; le conoscenze indispensabili alla definizione del progetto di restauro del materiale lapideo si possono conseguire attraverso l'esecuzione delle seguenti indagini:

LA FOTOGRAMMETRIA TERRESTRE è quella che più da vicino riguarda gli aspetti connessi al restauro, infatti essa ha per oggetto edifici da rilevare prevalentemente a scopi documentari o di analisi e, in considerazione delle grandi precisioni ottenibili con tali tecniche, per controlli di caratteristiche, deformazioni ed alterazioni del monumento da studiare. Il rilievo fotogrammetrico viene eseguito mediante apparecchiatura di ripresa

stereometrica e successiva restituzione mediante stereorestitutore analogico o analitico; le risultanze devono evidenziare:

- ✓ la tessitura del paramento murario;
- ✓ la diversificazione tipologica della muratura;
- ✓ la caratterizzazione superficiale del materiale;
- ✓ gli eventuali precedenti interventi di restauro.

La conoscenza di tali dati consente poi di eseguire, con maggiore cognizione di causa le analisi chimico-fisiche sugli elementi lapidei che verranno descritte in appresso.

ANALISI SU ELEMENTI LAPIDEI: sono rivolte alla perfetta conoscenza del materiale lapideo da sottoporre a restauro e si integrano con il rilievo fotogrammetrico del prospetto da restaurare e con i campioni di restauro che saranno più avanti descritti. Le analisi sugli elementi lapidei saranno condotte secondo le norme C.N.R. Normal e saranno composte da:

- 1) prelievo in cantiere con fotodocumentazione e catalogazione;
- 2) trasporto in laboratorio;
- 3) analisi della natura mineralogica e petrografica;
- 4) analisi sulle eventuali alterazioni (croste nere) eseguita con sezione sottile;
- 5) sezione lucida;
- 6) diffrattometria;
- 7) SEM e microsonda;
- 8) X grafia;
- 9) porosimetria;
- 10) calcimetria;
- 11) spettrofotometria IR;

12) dosaggio dei sali solubili.

L'analisi sarà completata da una dettagliata relazione sulle risultanze a cura del tecnico specializzato che effettuerà il rilievo, per evidenziare la correlazione fra i dati e le tecniche di restauro da eseguire.

**CAMPIONI DI RESTAURO SU MATERIALE LAPIDEO:** Saranno eseguiti due campioni di restauro su materiale lapideo a seguito delle indagini in precedenza effettuate, e mediante l'utilizzazione delle tecniche risultanti da dette indagini e da quanto disposto dalla D.L.

#### INDAGINI SUL DEGRADO DEGLI STUCCHI

Come già detto alla fine del secolo scorso la Chiesa del Ritiro fu sottoposta a pesanti lavori volti alla trasformazione dell'edificio per l'utilizzazione a scopi civili. Fra le altre opere furono eseguite tre volte in canne e gesso per ridurre il volume dei locali al secondo livello; la quota d'imposta delle centine lignee di queste volte si trovò all'altezza delle decorazioni in gesso dell'abside e della Chiesa. Ad avere la peggio furono naturalmente gli stucchi che sono stati tagliati, forati, in una parola sacrificati all'esecuzione delle modifiche apportate.

La nuova destinazione che si prevede per i locali al secondo livello (Aula Magna) rende necessaria l'esecuzione del restauro degli stucchi. Poiché anche per questi elementi decorativi vale quanto precedentemente detto relativamente ai prospetti in pietra da taglio, anche per il restauro degli elementi decorativi in gesso si ritiene necessaria l'esecuzione di un

**CAMPIONE DI RESTAURO** da far eseguire a personale tecnico altamente specializzato previa l'esecuzione di studi diagnostici ed analisi chimico-fisiche volte all'identificazione del materiale decorativo, alla sua completa caratterizzazione ed alla individuazione delle

tecniche più idonee per l'esecuzione della reintegrazione dei pezzi mancanti e per il restauro di quelli danneggiati.

## INDAGINE SUGLI INTONACI IN COCCIOPESTO

Del tutto simili le motivazioni che inducono a richiedere l'esecuzione di ANALISI CHIMICO-FISICHE sugli intonaci in cocciopesto a duplice grana che rivestono le pareti della terrazza limitrofa alla torre campanaria. Si tratta di esempi pregevolissimi d'esecuzione d'intonaco a cocciopesto che è opportuno studiare approfonditamente se non si vuole che l'intervento di restauro risulti più dannoso che utile. Allo scopo si eseguirà un'analisi chimico-fisica eseguita secondo le norme C.N.R. Normal composta da:

- 1) prelievo in cantiere con fotodocumentazione e catalogazione;
- 2) trasporto in laboratorio;
- 3) analisi compositiva e stratigrafica;
- 4) identificazione e dosaggio dei pigmenti;
- 5) identificazione della natura petrografica degli inerti;
- 6) porosimetria, esecuzione di una sezione sottile con documentazione fotografica;
- 7) analisi EDS;
- 8) diffrazione eseguita ai raggi X;
- 9) analisi chimiche qualitative e semiquantitative dei sali solubili;

L'analisi sarà eseguita da tecnici altamente specializzati che avranno cura di fornire una completa e dettagliata relazione sulle risultanze delle analisi eseguite con particolare riguardo agli aspetti legati al restauro degli elementi studiati.

Naturalmente una trattazione completa del problema delle indagini diagnostiche chiederebbe uno spazio maggiore ed una sede più opportuna, tuttavia si ritiene di avere esposto gli aspetti

principali legati alla necessità dell'esecuzione delle indagini diagnostiche preliminari al progetto di restauro vero e proprio.

[www.lutri.it](http://www.lutri.it)